

2010 年度 修士論文要旨

ラゲール-ガウスビームを用いたランダム媒質中での光記録効果

関西学院大学大学院 理工学研究科

物理学専攻 栗田研究室 上田康嗣

[背景] ランダム媒質中に光反応物質を混ぜ込んだ系で起きる光記録効果は、媒質中で多重散乱された光が干渉を起こして媒質内部に不規則な明暗模様(スペックルパターン)を作ることを利用して、スペックルパターンを光反応物質によって記録する。スペックルパターンは照射光の状態によって変化するので、この光記録効果で照射光の波長、入射角度、偏光状態を記録できることが今までに研究されている[1]。上記以外に光の持つ自由度として軌道角運動量も考えられる。本実験では、軌道角運動量を持つラゲール-ガウス(LG)ビームを用いて光記録の実験を行った。LG ビームは、光軸に垂直な面を、極座標系 (r, ϕ) で表すと、位相因子 $\exp(i\phi L)$ とガウス型の強度分布 $\exp(-r^2/\omega^2)$ を持っているビームである(図 1)。ここで、 L は光が持つ軌道角運動量に対応する整数である。この光記録効果によって、異なる軌道角運動量 L を持った LG ビームの識別が可能ならば、新しい記録方式としての応用が期待される。

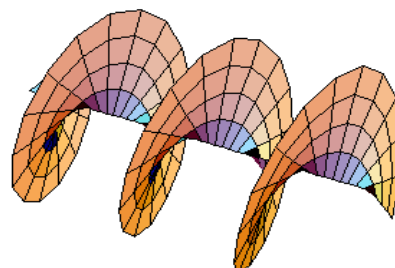


図1 ラゲール-ガウス (LG) ビームの波面

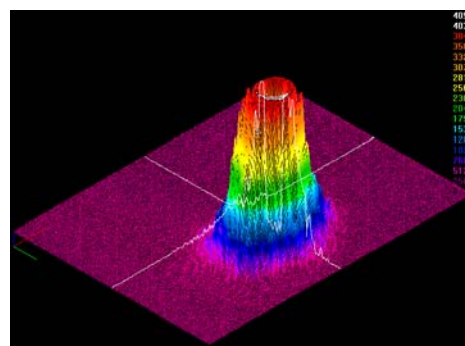
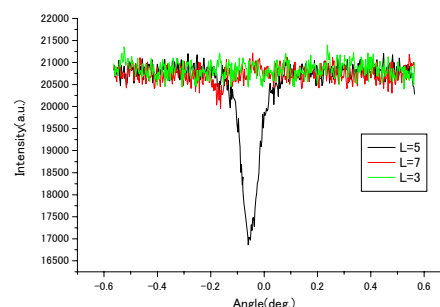


図 2 LGビームの3次元表示

[実験] 本実験では、広げたレーザー光を空間光位相変調器(浜松ホトニクス社製 LCOS-SLM)に通して位相変調を与えることによって任意の軌道角運動量 L を持つ LG ビームを作り出し、光記録を行った。記録された情報は、読み出し光のスペックルパターンと、記録光のスペックルパターンが一致しているときにのみ蛍光強度の減少が起こる現象によって識別ができる。例えば、特定の角度で光を入射させて記録を行った場合、読み出し光の入射角を変化させながら蛍光強度の変化を見ると、読み出し光が記録光と同じ軌道角運動量 L を持ち、さらに記録を行った時の入射角度と一致したときのみ蛍光強度の減少が見られると予想される。試料は蛍光性光反応物質としてフルギド誘導体、散乱体として微粒子の酸化チタンを用い、PMMA(ポリメタクリル酸メチル)中に分散させたものを使用した。本研究では、位相変調だけでなく、強度変調も同時に行うことで、ガウス型の強度分布を持った LG ビームの作製を可能にした (図 2)。

[結果] $L=5$ の LG ビームで光記録を行い、 $L=3\sim 7$ の LG ビームで読み出しを行った場合の実験結果を図 3 に示す。図 3 より、 $L=5$ で読み出しを行った時のみ試料からの発光強度の減少が見られ、 L がわずかに異なる状態においても LG ビームの識別が可能であることが分かった。

図3 $L=5$ での光記録後の読み出し